TECNOCIENCIA Y AMBIENTE

Antonio Carlos de Lima Canto
Juan Carlos Pérez Vega

Tecnociencia y Ambiente

Antonio Carlos de Lima Canto, Juan Carlos Pérez Vega

Colección: Transtecnología

Primera Edición, Agosto, 2024

Depósito Legal: AR2024000423

ISBN: 978-980-7890-47-2

Reservados todos los derechos conforme a la ley

Se permite la reproducción total o parcial del libro, siempre que se indique expresamente la fuente.

Libros@Red de Investigadores de la Transcomplejidad.

https://reditve.wordpress.com

Rif: J403566976

Portada e Ilustraciones: IA Copilot

Revisión Conceptual: Dra. Crisálida Villegas

AUTORIDADES REDIT
Dra. Crisálida Villegas
Presidente
Dra. Nancy Schavino
Vicepresidente
Dra. Mary Stella
Directora de Administración
Dra. Alicia Uzcategui
Secretaria

FEREDIT
Dra. Sandra Salazar
Directora
Comité Editorial
Dra. Betty Ruiz
Dra. Rosana Silva
Dra. Evelyn Ereú
Dra. Miozotis Silva

INDICE

		pp.
	Presentación **Nohelia Yaneth Alfonzo Villegas**	5
I.	**De las tecnologías ancestrales a la Tecnociencia: avances y retrocesos para el ambiente** **Antonio Carlos de Lima Canto**	7
	Ambiente, tecnologías tradicionales y tecnociencia: una relación	8
	Técnica y tecnología en el contexto de la tecnociencia: un abordaje histórico y conceptual complejo	15
	Tecnociencia, historia y ambiente	19
	La cuestión de la técnica	20
	Impactos de la tecnociencia en el medio ambiente: un paseo por la historia	24
	Tecnologías ancestrales una alternativa para crear futuros sostenibles	29
II.	**La Tecnociencia como una herramienta para un desarrollo ecológico y sostenible** **Juan Carlos Pérez Vega**	33
	Nociones asociadas a la tecnociencia	35
	Desarrollo ecológico, sustentable y sostenible	43
	Reflexión Final	46
	Referencias	48

PRESENTACIÓN

El libro titulado **Tecnociencia y Ambiente** se presenta como un análisis crítico-reflexivo sobre la interrelación entre la tecnociencia, el ambiente y cómo las dinámicas sociales y los desarrollos tecnológicos afectan y son afectados por el entorno natural. La obra parte de la premisa de que la interacción entre la sociedad y el ambiente es bidireccional. Por un lado, las actividades humanas, impulsadas por patrones de producción y consumo, moldean el entorno; por otro, el ambiente influye en las estructuras sociales, proporcionando servicios ecosistémicos que son fundamentales para la vida humana y la organización social.

De allí que el libro destaca la importancia de entender las controversias generadas por la tecnociencia, así como las respuestas que esto puede ofrecer problemas socioambientales complejos, como el cambio climático, la pérdida de biodiversidad y la escasez de recursos hídricos, promoviendo un diálogo necesario para la construcción de un futuro más sostenible.

En el primer capítulo titulado: **De las tecnologías ancestrales a la Tecnociencia: Avances y retrocesos para el medio ambiente,** su autor **Antonio Carlos de Lima Canto**, explora la transición desde las tecnologías ancestrales hasta la tecnociencia, destacando cómo las prácticas tradicionales han contribuido a la sostenibilidad y conservación de los recursos naturales. A través de la revisión del pasado, invita a considerar el futuro del entorno y la importancia de preservar las técnicas que han demostrado ser beneficiosas para la biodiversidad y la gestión de los recursos, ofrece además un análisis crítico sobre la relación entre la tecnociencia y el ambiente, destacando tanto los beneficios como los desafíos que esta relación presenta. Finalmente, hace un llamado a la reflexión sobre cómo la tecnociencia puede y debe evolucionar para ser más respetuosa con el ambiente, integrando conocimientos ancestrales y promoviendo un desarrollo que beneficie a la humanidad y al planeta.

En el segundo capítulo titulado **La tecnociencia como una herramienta para un desarrollo ecológico y sostenible**, su autor Juan Carlos Pérez Vega, aborda la interrelación entre la tecnociencia, el desarrollo ecológico y la sostenibilidad. Subraya la importancia de la tecnociencia en la búsqueda de un desarrollo que sea tanto ecológico como sustentable, destacando la necesidad de un enfoque equilibrado que considere tanto los beneficios como los riesgos asociados con su uso, por lo que su implementación debe ser cuidadosa y consciente de sus implicaciones sociales y ambientales.

Expresa, además que la tecnociencia está siendo utilizada en la mayoría de países desarrollados, que utilizan la energía renovable: eléctrica, eólica, solar, hidráulica, la biomasa o el biogás, en edificaciones, transporte, economía, educación, comunicación, es decir en varias necesidades del hombre, que protegen al ambiente natural, pero no está a disposición aun en los países no desarrollados o en vía de desarrollo, es lo que se dice no todos son beneficiados de las bondades de la energía renovable.

Nohelia Y. Alfonzo V.

I. DE LAS TECNOLOGÍAS ANCESTRALES A LA TECNOCIENCIA: AVANCES Y RETROCESOS PARA EL AMBIENTE

Antonio Carlos de Lima Canto[1]

Analizar la trayectoria del hombre desde la perspectiva de la tecnología es una excelente oportunidad para reflexionar sobre el entorno ambiental que espera en el futuro. Cada incremento tecnológico desarrollado a lo largo de la historia de la humanidad está asociado, en mayor o menor medida (según el momento cronológico en el que se inserta), a la intervención de la naturaleza para obtener su objetivo final.

Entre los miles de años que separan las primeras manifestaciones de tecnologías ancestrales y el período de fuerte convergencia entre ciencia, tecnología y capital (tecnociencia), algunas prácticas tecnológicas tradicionales

[1]Doctor en Humanidades con mención en Estudios sobre Cultura Área: Arqueología Andina. Coordinador del Setor de Pesquisas Arqueológicas e Sociais (Brasil). aclcanto@gmail.com. https://orcid.org/0009-0008-8791-9621

que lograron resistir las adversidades del tiempo han sido preservadas por los descendientes de diferentes culturas, civilizaciones y orígenes. Se caracterizan por tecnologías capaces de mejorar la fertilidad del suelo, preservar la biodiversidad, promover una mejor gestión del agua, proteger los recursos marinos/lagunares, promover la agricultura sostenible y, sobre todo, conservar los recursos disponibles en el ambiente.

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) ya ha reconocido 92 Sistemas Ingeniosos del Patrimonio Agrícola Mundial (SIPAM) entre África, Asia y el Pacífico, Europa y Asia Central, América Latina y el Caribe, Cercano Oriente y Norte de África. Estos sitios, con sistemas resilientes, contribuyen directamente a la subsistencia y seguridad alimentaria de grupos descendientes de pueblos tradicionales reconocidos por la ONU. Son tecnologías reconocidas por su conocimiento ancestral, cultura, agrobiodiversidad y, principalmente, por su gestión sostenible de la naturaleza.

En este capítulo se realiza un análisis crítico del proceso de transición de las tecnologías ancestrales al período de los grandes proyectos tecnocientíficos, resaltando los impactos positivos y negativos causados por la tecnociencia en el ambiente. La propuesta es presentar argumentos que alienten la incorporación de tecnologías tradicionales por parte de la tecnociencia, puesto que la integración entre estas dos prácticas puede resultar en estrategias equilibradas para enfrentar los desafíos ambientales que se presentan en el momento y los que están por venir.

Ambiente, tecnologías tradicionales y tecnociencia: una relación

El hombre como ser social, característica que ha sido perfeccionada, a través de las relaciones humanas establecidas, de las actividades de trabajo y de la apropiación cultural y ambiental, es resultante de una trayectoria exitosa en la que los grupos sociales, en constante desarrollo, han internalizado diferentes valores, comportamientos y capacidades intelectuales para enfrentar las adversidades. Para obtener este logro el hombre ha tenido que pasar por complejos procesos de adaptación para realizar sus actividades productivas y desarrollar competencias

que le permitieran interferir y modificar la naturaleza a su alrededor, asegurando su permanencia en diferentes áreas geográficas.

La apropiación y adaptación de un nuevo territorio, a menudo caracterizado por aspectos geológicos, geomorfológicos, pedológicos y climáticos desfavorables a la ocupación humana, obligó al hombre a profundizar sus conocimientos sobre los ecosistemas y a pensar en estrategias eficientes para gestionar los recursos de esos espacios de forma sostenible. Al transformar la naturaleza para su adaptación, el hombre también se transformó.

Esta relación dialéctica (hombre/naturaleza) permitió la generación de conocimientos y saberes acumulados, construidos a través de diferentes actividades productivas/creativas, que han sido transmitidos a las generaciones que se han ido formando a lo largo del desarrollo humano. Durante el proceso de hominización (periodo en el que se produjeron cambios biológicos y de comportamiento que contribuyeron a la evolución de los primeros homínidos hasta el surgimiento del homo sapiens), se elaboraron los primeros instrumentos de piedra, iniciándose el desarrollo creativo de la cultura material que evolucionó hacia otros utensilios más sofisticados que ayudaban con las necesidades impuestas por la naturaleza.

Cuando se alcanzó el proceso de humanización, que corresponde al desarrollo sociocultural de los grupos pretéritos, ya se dominaban perfectamente diferentes técnicas de producción de artefactos. Con el advenimiento de la práctica de la agricultura, los pueblos precoloniales abandonaron el nomadismo y comenzaron a asentarse en lugares específicos por largos períodos de tiempo.

En estos espacios desarrollaron prácticas agrícolas avanzadas, modernos sistemas de drenaje y tratamiento de agua, preparación de suelos con horizontes superficiales oscuros responsables de extensos paisajes agroalimentarios, islas artificiales para cultivos a gran escala, además de diversas prácticas sustentables que la tecnociencia, con toda la tecnología disponible, intenta implementar actualmente sin éxito, pero que los antepasados ya utilizaban con competencia hace algunos milenios.

Con el tiempo, estos grupos ancestrales desarrollaron cuidadosas observaciones de la naturaleza en diferentes partes del mundo, creando estrategias efectivas para vivir en armonía con sus respectivos ambientes de ocupación. Estas actividades generaron conocimientos acumulados que fueron transmitidos a sus descendientes. Actualmente, parte de estas prácticas tradicionales persisten en algunos países del mundo y han estado luchando con el vertiginoso avance de la tecnociencia.

La tecnociencia está cada vez más presente en la vida cotidiana, generando avances significativos en áreas importantes como la salud, la ingeniería y la nanotecnología. Se trata de un neologismo que ha sido utilizado de forma recurrente en la sociedad contemporánea, aunque muchas veces sin la debida reflexión, dada la complejidad que aborda el término.

Es un hecho que la tecnociencia busca la innovación tecnológica, el desarrollo económico, el aumento de la productividad y la formación de nuevos agentes tecnológicos. Sin embargo, la implementación desordenada de estas tecnologías, combinada con políticas públicas que muchas veces sirven únicamente a intereses institucionales y para una porción específica de la sociedad, puede afectar directamente a las poblaciones tradicionales, ya que gran parte de estos grupos ancestrales no tienen un acceso equitativo a nuevas tecnologías.

No está en duda que los avances que la tecnociencia ha logrado en las últimas décadas han proporcionado una mejora en la calidad de vida de la población mundial, pero también es necesario ser conscientes de que esta misma puede ser responsable del aumento de la desigualdad y la exclusión, especialmente para aquellas personas que mantienen un vínculo ancestral con la tierra y los elementos culturales donde viven.

Para ilustrar este problema, se trae a discusión un caso emblemático que está directamente vinculado con la tecnociencia, el ambiente y la falta de derechos y autonomía de las poblaciones tradicionales en sus respectivos territorios: el Programa de Semillas Mejoradas, desarrollado en países del África Subsahariana.

En un proyecto compuesto por organizaciones internacionales (gubernamentales y no gubernamentales), en el que tiene gran protagonismo la Alianza para una Revolución Verde en África (AGRA), se aconsejó a agricultores pertenecientes a 11 países del África Subsahariana que introdujeran semillas genéticamente modificadas y monocultivos en sus producciones. Se extendió a agricultores establecidos en Kenia, Nigeria, Etiopía, Burkina Faso, Uganda, Ruanda, Ghana, Tanzania, Malí, Malawi y Mozambique.

Cabe mencionar que en esta iniciativa además de AGRA, participaron activamente instituciones financiadoras como la Fundación Bill & Melinda Gates, la Fundación Rockefeller, así como los propios gobiernos africanos, contribuyendo con apoyo logístico e institucional. A pesar de una financiación multimillonaria de empresas y apoyo logístico gubernamental, el proyecto que prometía seguridad alimentaria y aumento de la productividad agrícola para las poblaciones locales, además de propuestas sobre temas como la resiliencia al cambio climático, resultó un verdadero fiasco.

Este programa tecnocientífico de miles de millones de dólares, que preveía el desarrollo y la promoción de semillas mejoradas y la innovación en prácticas agrícolas, se convirtió en problemas aún mayores que los que existían antes de la implementación del proyecto. Los pequeños agricultores se vieron dependientes de insumos externos y también notaron una reducción considerable de la biodiversidad agrícola al adoptar cultivos uniformes.

El resultado del proyecto fue el endeudamiento de los agricultores africanos, debido a los altos costos de los productos, el daño a la fertilidad del suelo, debido al régimen de monocultivo, además de la obligación de utilizar pesticidas y semillas transgénicas en su producción. En beneficio de los pequeños agricultores, no hubo ninguna mejora; al contrario, es preocupante el número de personas desnutridas en los países apoyados por el proyecto.

Como se dijo anteriormente, la tecnociencia ha venido logrando grandes avances en la calidad de vida de la población mundial, pero es necesario que los intereses de este neologismo vayan más allá de la visión lucrativa de instituciones

privadas y estatales involucradas en megaproyectos tecnológicos. La agricultura africana, que antes de la colonización se caracterizaba por una integración entre prácticas sostenibles, adaptación ambiental y conocimientos ancestrales, hoy es rehén de fertilizantes y pesticidas químicos que no han contribuido a aumentar la productividad agrícola y, principalmente, a reducir el hambre en los países incluidos en el proyecto de la revolución verde. La pregunta sigue siendo: ¿es la tecnociencia para todos?

Para este ejemplo africano y muchos otros proyectos tecnocientíficos similares, vale la pena una reflexión propuesta por el filósofo contemporáneo Hans Jonas (1903-1993). Al realizar un análisis crítico de los procesos tecnológicos, económicos y políticos actuales relacionados con el medio ambiente (tecnociencia), podemos encontrar apoyo en el principio de responsabilidad de Jonas, 2014, p.72) según el cual:

> El progreso y sus obras se hallan más bajo el signo de la arrogancia que de la necesidad, y la renuncia al desarrollo de sus posibilidades atañe a lo que excede de lo necesario, mientras que su realización puede afectar a lo incondicional mismo. Así pues, allí donde no se trata de la salvaguarda de lo que ya poseemos, vuelve a estar en vigor la tesis de que a mi acción no le es lícito poner en juego todo el interés de los otros que son afectados y que en este caso son los hombres futuros.

Parece muy pertinente realizar un análisis crítico de cómo grandes proyectos tecnocientíficos, a veces llevados a cabo de manera equivocada como en el caso del Programa de la Revolución Verde para el África Subsahariana, ganan cada vez más protagonismo en el contexto tecnocientífico (siempre apoyados por grandes contribuciones financieras). Simplemente reemplazar los métodos tradicionales por tecnologías avanzadas sin planificación; además de resultar en la pérdida de conocimientos ancestrales, no siempre es el mejor camino hacia el desarrollo. Este camino a menudo puede representar un gran revés para la tecnociencia y el ambiente.

La innovación tecnológica trae consigo un abanico de posibilidades para la humanidad, pero para que haya desarrollo no es necesario descartar prácticas

ancestrales. Por el contrario, estos conocimientos tradicionales pueden ser la solución para una relación ética entre las acciones humanas, los avances tecnológicos y el ambiente. Como ejemplo de esta posible relación armoniosa tenemos el caso de las chinampas mexicanas, que son islas flotantes donde se desarrollaron técnicas agrícolas que se remontan al periodo de la civilización azteca, realizada entre los siglos XIV y XVI, pero que aún sobrevive a la era de la tecnociencia.

De todas formas, es importante adelantar que durante la pandemia de COVID-19 las chinampas jugaron un papel fundamental en el abastecimiento de productos hortofrutícolas a México y zonas aledañas. En una época en la que varias tiendas estaban cerradas, comprometiendo a menudo la logística de distribución en la cadena de suministro, las chinampas aztecas eran fuentes de alimentos saludables para la población. Entre otros productos, los chinamperos producen: hortalizas, frutas, flores comestibles, así como hierbas aromáticas y medicinales.

Esto demuestra que en medio del universo tecnocientífico en el que vivimos, una antigua técnica prehispánica funciona como un ejemplo de sustentabilidad agrícola a seguir hoy y que, más que patrimonio cultural, puede contribuir a la economía local y beneficiar económicamente a los agricultores que continúan manteniendo una tradición que puede llegar a su fin en medio de los problemas y desafíos que plantea la innovación tecnológica.

Este capítulo analiza cómo algunas tecnologías tradicionales, practicadas en períodos precoloniales y que, a pesar de muchas dificultades, persisten hasta el día de hoy, pueden ser fuertes aliadas en la preservación del medio ambiente en la era tecnocientífica. Estas prácticas, que abarcan siglos de historia y se caracterizan por una interacción armoniosa entre el hombre y el medio ambiente, pueden proporcionar alternativas importantes para la gestión sostenible y la conservación de la biodiversidad, presentando incluso lecciones para un problema tan actual como el cambio climático.

La intención de presentar algunas tecnologías ambientales ancestrales, además de utilizarlas como herramientas de sensibilización cultural y preservación ambiental, es contribuir a que estas prácticas tradicionales puedan integrarse en los programas de tecnociencia en general y solidaria, ya que modelos ancestrales de trato con el medio ambiente pueden generar conocimientos capaces de promover una tecnociencia más inclusiva, ética y que, principalmente, permita atender a un mayor número de personas y no sólo a grupos específicos.

En Brasil, la tecnociencia solidaria ha ido ganando terreno en el debate académico en los últimos años, buscando formas coherentes de llevar los intereses tecnocientíficos más allá del pensamiento capitalista. En cuanto al concepto de esta área de la tecnociencia, Dagnino (2019, p. 47) afirma que:

> La tecnociencia solidaria es el resultado cognitivo de la acción de un colectivo de productores sobre un proceso de trabajo que, en función de un contexto socioeconómico que engendra la propiedad colectiva de los medios de producción y de un acuerdo social que legitima las asociaciones, que dan lugar, en el ámbito productivo, al control autogestionado y a la cooperación de tipo voluntario y participativo, provocando una modificación en el producto generado cuyo resultado material puede ser apropiado según la decisión del colectivo emprendimiento solidario.

Al promover iniciativas tecnológicas sostenibles, la tecnociencia solidaria puede ser el camino más apropiado para la preservación ambiental en medio de una era de tecnologización de la ciencia, en la que todo lo que se encuentra en la naturaleza se convierte en una mercancía para el capital. Traer a este escenario a grupos comunitarios capaces de crear soluciones, en colectivo, que fortalezcan no solo a las comunidades, sino también al medio ambiente, puede ser la alternativa más viable al acceso democrático a las tecnologías, el desarrollo y la innovación sostenible.

Técnica y tecnología en el contexto de la tecnociencia: un abordaje histórico y conceptual complejo

Teniendo como contrapunto las tecnologías ancestrales (precoloniales) para analizar los avances y retrocesos que la tecnociencia genera al medio ambiente,

se discuten dos conceptos importantes: técnica y tecnología. Existe mucho debate sobre si el uso de la palabra tecnología es apropiado para describir la agricultura, la ingeniería, la arquitectura, la metalurgia o la fabricación de utensilios avanzados producidos por las civilizaciones mesoamericana y andina, por los reinos africanos precoloniales, por los artesanos de la edad media o por grupos autóctonos distribuidos por todo el mundo.

A lo largo de la historia de la humanidad la técnica ha evolucionado hasta convertirse en tecnología. Es importante resaltar que la palabra técnica tiene sus raíces en el griego antiguo téchnē y que su traducción estaría relacionada con habilidad/oficio y también con arte. Ha estado presente desde los inicios de la humanidad, en el paleolítico, período de hominización, la técnica fue desarrollada y utilizada para superar las limitaciones impuestas por los diferentes ambientes de ocupación.

Entre los diversos artefactos producidos en este período los objetos en piedra son conocidos como los más antiguos de la actividad humana. Con finalidades diversas, de entre estas, cortar, raspar, moler, quebrar semillas, trituración y defensa, ha sido producido por los hombres prehistóricos un conjunto de artefactos líticos que han hecho parte del cotidiano de esos grupos. Canto (2003, p. 47) destaca que:

> La transición desde los instrumentos de piedra lascada hacia los de piedra pulida merece cierta atención, visto que algunos de los objetos utilitarios presentan finalidades vinculadas al procesamiento de vegetales (moler de semillas y granos). Características como la domesticación de plantas o práctica de agricultura incipiente están relacionadas con el proceso de sedentarización de los grupos y con la producción de objetos cerámicos.

En este período, en el que el hombre pasó de la condición de cazador-recolector a un modo de vida agrícola y sedentario, las técnicas se volvieron más complejas y especializadas, es decir, para esta nueva fase del desarrollo humano, la creación de competencias específicas fue fundamental para llevar a cabo las nuevas actividades que surgieron con el advenimiento de la agricultura y el establecimiento de asentamientos permanentes.

Vale destacar que estos cambios técnicos, aplicados a las características de los diferentes ambientes ocupados, estuvieron asociados a importantes cambios socioculturales. Ante este escenario evolutivo del hombre, se asumen las consideraciones del filósofo Ortega y Gasset (1965, p.22) en que: “La técnica es la reforma de la naturaleza, de esa naturaleza que nos hace necesitados y menesterosos, reforma en sentido tal que las necesidades quedan, a ser posible, anuladas por dejar de ser problema su satisfacción”.

Asumiendo, la definición de técnica propuesta por Ortega y Gasset (1965) se discute la palabra tecnología. De origen griego, la palabra tecnología es una combinación de téchnē y logos. Dado que la palabra logos está asociada a argumento/conocimiento/estudio, la combinación de los términos téchnē y logos puede entenderse como el conocimiento sistemático de técnicas, habilidades y métodos que permiten interactuar con el ambiente y modificarlo según las demandas que surjan.

Entendiendo que la tecnología está asociada a la sistematización de técnicas, también parece coherente asociar esta terminología a las técnicas ancestrales, ya que para desarrollar una determinada técnica se requería pensamiento, intento e incluso innovación para crear nuevos artefactos. Al pasar de cazador-recolector a agricultor, con el predominio de la agricultura y la domesticación de animales, el hombre necesitó mejorar sus técnicas para adaptarse a su nueva realidad.

Algunos investigadores subestiman las técnicas y tecnologías desarrolladas por los grupos preindustriales, clasificándolos muchas veces simplemente como maestros en su arte y que realizaban acciones de forma mecánica, intuitiva o accidental, ya que no tenían una comprensión teórica de las actividades que desarrollaban. Se trata de una visión prejuiciosa que ignora el pensamiento, el conocimiento, la acción humana, las importantes contribuciones y la eficacia de las técnicas y tecnologías desarrolladas por los grupos preindustriales.

No parece ser la intención de la tecnociencia reconocer y valorar que los grupos precoloniales, hace unos miles de años, fueron capaces de implementar

técnicas y tecnologías con un alto grado de sofisticación en una relación armoniosa con el ambiente, sin comprometer a las generaciones futuras. Incluso el lema actual es hacer exactamente lo que los artesanos del pasado hicieron magistralmente: utilizar el medio ambiente sin comprometer la capacidad de satisfacer las necesidades de las generaciones futuras.

En la era tecnocientífica se intenta cumplir, con gran dificultad, la Agenda 2030 con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), plan de acción compuesto por 17 objetivos y 169 metas. Los objetivos 13, 14 y 15 están directamente relacionados con el ambiente; pero a pesar de que cuenta con dispositivos tecnológicos que no estaban al alcance de grupos que no tenían conocimiento científico, las propuestas dirigidas a los temas ambientales de esta agenda no están obteniendo los resultados esperados.

Si, por un lado, existe una visión eurocéntrica de la tecnología entre algunos académicos, por otro lado, también hay investigadores notables que condenan esta visión con argumentos coherentes y bases científicas. Al respecto, se está de acuerdo con el pensamiento del reconocido historiador estadounidense Lewis Mumford quien, ya en 1934, a través de su famosa obra Técnica y civilización, sostenía que para comprender la técnica en la civilización moderna era necesario explorar en detalle el período preliminar de la preparación ideológica y social. Según Mumford (1982, p. 22):

> Otras civilizaciones alcanzaron un alto grado de aprovechamiento técnico sin ser, por lo visto, profundamente influidas por los métodos y objetivos de la técnica. Todos los instrumentos críticos de la tecnología moderna - el reloj, la prensa de imprimir, el molino de agua, la brújula, el telar, el torno, la pólvora, sin hablar de las matemáticas, de la química y de la mecánica - existían en otras culturas. Los chinos, los árabes, los griegos, mucho antes que los europeos del norte, habían dado la mayor parte de los primeros pasos hacia la máquina. Y aunque las grandes obras de ingeniería de los cretenses, los egipcios y los romanos fueron realizadas principalmente sobre una base empírica, aquellos pueblos disponían claramente de una gran pericia técnica.

Otro aspecto que se cuestiona a partir de un análisis crítico de la visión eurocéntrica que determina cómo se produjo el desarrollo de la tecnología, se

refiere a la periodización. La tecnología se ha desarrollado en diferentes periodos debido a la evolución cultural de grupos que, históricamente, mejoraron sus habilidades técnicas. Sin embargo, la narrativa histórica eurocéntrica tiende a situar, temporalmente, la revolución industrial como el punto de partida del desarrollo tecnológico. Esta afirmación por sí sola invalida por completo las contribuciones tecnológicas de culturas anteriores.

Parece existir la obligación, en gran parte de la bibliografía disponible, de afirmar que este acontecimiento histórico es un hito de la superioridad europea, responsable de un avance tecnológico global que hizo posible el desarrollo social y económico. Es una narrativa que ignora las contribuciones tecnológicas avanzadas previamente identificadas en las poblaciones americana, africana y asiática. Vincular el desarrollo tecnológico con la revolución industrial sirve a diferentes intereses históricos, económicos y políticos europeos. No hay duda de que esta impulsó el crecimiento económico e industrial moderno, pero es necesario reconocer que la sofisticación de las tecnologías ya existía antes del contexto industrial europeo.

Con el fin de promover la mirada crítica de los estudiantes de secundaria sobre la narrativa que las naciones europeas brindaron, a través de su desarrollo tecnológico, progreso y civilización a los pueblos colonizados, he venido trabajando este tema desde hace algunos años a través de clases de educación patrimonial y ambiental. La propuesta del proyecto no es desacreditar el sistema europeo sino presentar otras versiones no contadas de la historia de la tecnología.

El filósofo y tecnólogo francés Gilbert Simondon (2017) en su obra titulada: **Sobre la técnica: 1953-1983**, señala cuatro etapas para el desarrollo tecnológico: (a) preagrícola/prepastoral, (b) agrícola/pastoral, (c) industrial y (d) cibernético. Para las dos primeras etapas, Simondon destaca la relación armoniosa entre hombre/naturaleza. El autor atribuye que la tercera etapa comenzó a principios del siglo XVII y que durante este período la tecnología ya representaba una amenaza para la naturaleza.

Una vez más se recurre al historiador Lewis Mumford (1982) para aclarar algunas inconsistencias que aparecen en los libros escolares y universitarios. Se trata de información relacionada con la periodización y también sobre las etapas del desarrollo tecnológico. Para Mumford, por ejemplo, los orígenes de la revolución industrial se remontan a la alta edad media. Aún en las consideraciones, queda claro que la ciencia no es la única responsable de promover el desarrollo tecnológico. Según Mumford (1982, p. 22):

> Los historiadores populares datan generalmente la gran transformación de la industria moderna a partir de la supuesta invención por Watt de la máquina de vapor; y en los textos de economía corrientes la aplicación de la maquinaria automática a la hilatura y al tejido se considera a menudo como un punto igualmente crucial. Pero el hecho es que en Europa occidental la máquina se había estado desarrollando sin interrupción durante por lo menos siete siglos antes de que se produjeran los cambios dramáticos que acompañaron a la "revolución industrial". Los hombres se habían convertido a la mecánica antes de perfeccionar las complicadas máquinas para expresar su nueva tendencia y nuevo interés; y la disciplina había aparecido una vez más en el monasterio, en el ejército y en la oficina antes de que se manifestara en la fábrica.

Entre muchos otros autores importantes que comparten una visión más amplia, holística e inclusiva de la tecnología, incluyendo el debate sobre la sabiduría y las tecnologías ancestrales, se pueden enumerar nombres como el sociólogo alemán Wolfgang Sachs, el sociólogo norteamericano Richard Sennett, el filósofo estadounidense Andrew Feenberg, la física india Vandana Shiva y el filósofo indígena brasileño Ailton Krenak.

Tecnociencia, historia y ambiente

Etimológicamente, la palabra tecnociencia es un neologismo derivado de la combinación de tecnología y ciencia, en la que ambas se cruzan para promover la innovación y el conocimiento. Académicamente, existe una disputa por identificar al investigador responsable de crear el término y el período de fusión de las dos palabras. La historia atribuye el término tecnociencia al filósofo Bruno Latour a través de su obra Ciencia en acción: cómo seguir a los científicos e ingenieros a

través de la sociedad, publicada en 1987. Sin embargo, un grupo de historiadores y filósofos, entre ellos la reconocida historiadora francesa Bernadette Bensaude-Vincent (Universidad de Paris 1 Panthéon-Sorbonne) afirma que el término tecnociencia fue creado por el filósofo belga Gilbert Hottois, en los años 70 del siglo XX.

Gran parte de los historiadores afirman que las raíces de la tecnociencia tuvieron su origen durante la segunda guerra mundial, período en el que se desarrollaron, en Estados Unidos, proyectos de gran importancia, caracterizados por una alta complejidad científica y subvencionados por considerables aportes financieros. Este momento, también conocido como período de la macrociencia (Big Science), representa para algunos investigadores el inicio de la fase en la que se intensifica la relación entre ciencia, tecnología y capital, caracterizando los principios de la tecnociencia.

Sin embargo, cabe resaltar que, en 1953, durante una conferencia presentada en la ciudad de Munich, por el filósofo alemán Martin Heidegger (1889-1976), ya se discutían temas tecnocientíficos sin necesariamente mencionar este concepto. La conferencia, que contó con un auditorio de figuras ilustres como el físico alemán Werner Heisenberg y el filósofo Ortega y Gasset, llevaba por título: **La cuestión de la técnica**.

En la conferencia, Martin Heidegger analizó en su contenido las formas de intervención y manipulación del mundo natural hasta sus últimas consecuencias para obtener beneficios individuales o sociales. En su discurso, además de aclarar el concepto de técnica, Heidegger también explicó el origen de Gestell, término creado por el investigador para explicar todos y cada uno de los pensamientos que cuestionan los fundamentos y el significado real de la tecnología moderna.

En esta misma ocasión, Heidegger ya reforzaba los problemas relacionados con la naturaleza, anticipándose a la crisis ambiental que se vive actualmente, el investigador ya advertía que la relación del hombre con el ambiente se estaba volviendo peligrosa y reduciéndose a la explotación. Al final de su conferencia no se presentaron soluciones concretas al problema, pero el investigador reforzó la

necesidad de un análisis crítico de la forma en que el hombre se relacionaba con la tecnología y el ambiente. Más de 70 años después, sus pensamientos se confirmaron. En aquella conferencia se presentó claramente la preocupación de Heidegger por la futura cultura tecnocientífica. Según Heidegger (1977, p.3):

> La esencia de la tecnología no es algo tecnológico en absoluto. Por lo tanto, nunca experimentaremos nuestra relación con la esencia de la tecnología mientras sólo la concibamos e impulsemos, la toleremos o la evitemos. En todas partes seguimos sin libertad y encadenados a la tecnología, ya sea que la afirmemos o la neguemos apasionadamente.

En su presentación, Heidegger también hace un importante cálculo temporal relacionando la moderna ciencia de la naturaleza con la técnica moderna, llamando la atención sobre el siglo XVII. En su texto, el autor deja claro que la ciencia moderna de la naturaleza, fue la base para el desarrollo de la técnica moderna y que la integración de estos aspectos daría como resultado la exploración y el control de los recursos ambientales. Es importante señalar que, a principios de los años 50 del siglo XX, el investigador ya tenía una comprensión clara de lo que hoy se denomina tecnociencia, que, para él, tenía sus raíces ya en el siglo XVII. Según Heidegger (2007, p.12):

> Para el cálculo historiográfico, el comienzo de la moderna ciencia de la naturaleza se sitúa en el siglo XVII. Por otro lado, la técnica de las máquinas de fuerza sólo se desarrolla en la segunda mitad del siglo XVIII. Sin embargo, lo que para la concepción histórica es lo más tardío, la técnica moderna, en relación a la esencia que en ella prevalece, es lo históricamente más primordial.

Es importante señalar que algunos investigadores cuestionan el surgimiento de la tecnociencia durante la segunda guerra mundial. Para la historiadora alemana Klein, la tecnociencia no surgió en el siglo XX. Centrada en realizar investigaciones sistemáticas sobre la íntima relación entre ciencia, tecnología e industria, la historiadora de la ciencia identificó que la tecnociencia ya existía en la Prusia del siglo XVIII a través de las desarrolladas industrias químicas de esa región histórica. Klein (2005, p. 226) es bastante precisa con las fechas. Afirma: “que los sistemas interconectados de ciencia y tecnología, o tecnociencia,

existieron mucho antes de finales del siglo XIX, y que la química del siglo XVIII fue una de las primeras formas de tecnociencia"

Posteriormente, en su libro titulado**: La Tecnociencia en la Historia. Prusia**,**1750-1850** (2020), la autora reafirma su posición sobre la institucionalización de la ciencia y la tecnología (tecnociencia) en Prusia, en el período que da título a la obra, destacando el papel del "especialista científico-tecnológico" en este proceso. La historiadora admite que la institucionalización de las ciencias útiles fue un paso importante hacia la formación de las ciencias tecnológicas y naturales más especializadas en la segunda mitad del siglo XIX.

Otros investigadores dedicados a la historia de la ciencia, como la filósofa francesa Bernadette Bensaude-Vincent y el sociólogo brasileño Renato Dagnino, también cuestionan el origen de la tecnociencia en el período presentado como oficial. En su emblemático libro titulado **El vértigo de la tecnociencia**, Bensaude-Vincent (2013) afirma que la tecnociencia no está asociada a una revolución y que este término tampoco se trata de ningún nuevo paradigma. La filósofa observa nuevos elementos en la tecnociencia, pero también admite que hay características de un pasado muy lejano en este neologismo, en el que es posible identificar aspectos de la tecnociencia en diferentes períodos históricos.

El sociólogo brasileño Renato Dagnino (2019), en su conocido trabajo titulado: **Tecnociencia Solidaria, un manual estratégico**, expone la misma percepción que Bernadette Bensaude-Vincent. A juicio de este autor, la tecnociencia puede existir en cualquier momento y en cualquier sociedad cuyo conocimiento esté enfocado a la producción de bienes y servicios.

En la lista de autores que creen en un período más antiguo para el origen de la tecnociencia también figura el filósofo brasileño Boff (2009, p. 47) que afirma que con el surgimiento de la tecnociencia en los siglos XVII-XVIII, la tierra comenzó a ser vista simplemente como res extensa.

> …un objeto extenso, inerte y sin espíritu, entregado al ser humano para expresar su voluntad de poder y su intervención creativa y destructiva. Esta visión permitió que surgiera el propósito de explotar ilimitadamente toda su riqueza, hasta llegar a los niveles actuales de verdadera

> devastación de la biodiversidad ... lo que resulta en una sociedad eminentemente capitalista-consumista en la que el hombre ya no se ve a sí mismo como elemento integrante de la naturaleza.

Al igual que Klein (2005), Bensaude-Vincent (2013), Dagnino (2019) y Boff (2009), quien escribe (Canto, 2024) también comparte la opinión de que la tecnociencia no surgió específicamente durante la segunda guerra mundial; por lo que buscando comprender la historia de la tecnociencia desde las primeras asociaciones entre ciencia, tecnología y mercantilización, investiga en profundidad las raíces de la tecnociencia desde una perspectiva arqueológica (arqueología de la tecnociencia).

Utilizando diferentes fuentes de investigación (documentos oficiales, manuscritos, proyectos, contratos comerciales, entrevistas o incluso artefactos históricos/arqueológicos), busca sistematizar, a través de la arqueología y disciplinas tecnocientíficas como la nanotecnología y la ingeniería de materiales, los aspectos históricos de la tecnociencia, las características más relevantes de su aplicación, los principales problemas y las diferentes posibilidades de la tecnociencia a lo largo de su consolidación, analizando cómo estos elementos se reflejaron en los procesos socioculturales y ambientales históricos y actuales; resultados que próximamente se publicaran.

Con la propuesta de integrar la investigación científica con el desarrollo tecnológico, posibilitando innovaciones que puedan beneficiar a la sociedad, la tecnociencia ha ido avanzando en numerosos aspectos relacionados con la mejora de la calidad de vida, los avances médicos, el acceso a la información, el fortalecimiento de la eficiencia y la productividad en diversos sectores, entre muchos otros beneficios. Por otro lado, también enfrenta problemas recurrentes relacionados con aspectos éticos, impactos ambientales negativos, además de desigualdad social y digital.

Entre el final de la segunda guerra mundial (momento histórico acordado por muchos investigadores para los primeros pasos de la tecnociencia) y la actualidad, la población mundial ha sido testigo de un verdadero caos ambiental y

ha sido desafiada a convivir con situaciones como el cambio climático, contaminación del aire, escasez de agua, deforestación y pérdida de biodiversidad, problemas relacionados con la gestión de residuos sólidos industriales y urbanos, contaminación de ríos y océanos, entre muchos otros problemas.

Haciendo una breve retrospectiva sobre los problemas ambientales que ha enfrentado la humanidad desde la época de la Big Science, que oficialmente se considera como los primeros pasos de la tecnociencia; hasta la actualidad, período de la tecnociencia propiamente dicha, podemos afirmar que esta no ha sido una buena aliada para el ambiente.

Impactos de la tecnociencia en el medio ambiente: un paseo por la historia

La inauguración del período de la macrociencia, raíces de la tecnociencia oficial, en los años 40 del siglo XX, está marcada por los bombardeos atómicos de las ciudades japonesas de Hiroshima y Nagasaki. Estamos cerca de cumplir 80 años desde una de las mayores tragedias del mundo en la que murieron alrededor de 214.000 personas. Además del atentado a la humanidad, la radiación nuclear provocó efectos devastadores en el medio ambiente a través de sustancias radiactivas liberadas directamente al aire, el suelo y los ríos. Esta es la referencia al inicio de la tecnociencia.

Con el fin de la Segunda Guerra Mundial, los Estados Unidos continuaron financiando estudios y actividades nucleares, en marzo de 1954, se detonaron aproximadamente 20 bombas nucleares de fisión y fusión en las Islas Marshall (Océano Pacífico). Los daños causados al Océano Pacífico y a las islas cercanas, debido a la contaminación radiactiva, fueron incalculables para la vida marina y el medio ambiente. Entre finales de la década de 1950 y toda la década de 1960, muchas catástrofes ambientales ocurrieron simultáneamente en diferentes países, a medida que la inversión en programas tecnocientíficos nucleares se expandía cada vez más a otras áreas geográficas.

Mientras la Unión Soviética, el Reino Unido y Francia, que probó su primera bomba en 1960, desarrollaban importantes proyectos en el área nuclear, el mundo

asistía, en 1969, a un impresionante récord de contaminación marina en Santa Bárbara, California, conocida por ser una importante zona de actividad petrolera, la región fue víctima de una fuga de 15,9 millones de litros de petróleo de una de sus plataformas. Con el derrame directamente en el Océano Pacífico, el mundo vio otro impacto ambiental negativo en la vida marina debido al “progreso tecnológico y científico”.

En los años 1970, más concretamente en 1979, un accidente provocado por un error en un proyecto y un fallo operativo causó indignación y dominó las páginas de los principales periódicos de gran circulación del mundo. Fue el accidente nuclear de Three Mile Island en Pensilvania, Estados Unidos. El accidente no causó víctimas y tampoco se produjo una fuga radiactiva de grandes proporciones al ambiente, pero se considera este hecho para dejar constancia de que, en ese momento, se iniciaron inspecciones en las industrias nucleares debido a las inmensas posibilidades de fallas observadas en este estudio. Aunque incluía grandes científicos y una financiación considerable, esta área del conocimiento empezaba a preocupar a los ambientalistas y a algunas autoridades más conscientes.

La década de 1980 estuvo marcada por un gran desarrollo en el sector industrial que, acompañado de importantes avances tecnológicos, provocó marcados impactos en el ambiente. La tecnociencia se fue solidificando cada vez más a través de los avances biotecnológicos (especialmente en el área de la ingeniería genética) y las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC). Además, hubo un gran aumento de gobiernos y empresas que comenzaron a financiar investigación y desarrollo (I+D), caracterizando el aspecto más evidente de la tecnociencia (ciencia, tecnología y capital).

Mientras se producía esta expansión estratégica de la tecnociencia, el ambiente se vio impactado por uno de los peores accidentes nucleares de la historia: la tragedia nuclear de Chernobyl, en Ucrania. Corría el año 1986 cuando la población mundial fue testigo de una liberación masiva de radiación que provocó aproximadamente 50 muertes directas y un gran número de muertes en

toda Europa provocadas por la contaminación, además, la tragedia provocó impactos a largo plazo en el ambiente.

Es importante resaltar que, en medio de tantos desastres ambientales, se dio en la década de 1980, el inicio de una conciencia ambiental a través de grupos de activistas, académicos y ambientalistas distribuidos por todo el mundo; pero las acciones de estos grupos no eran compatibles con la gran cantidad de proyectos tecnocientíficos llevados a cabo por industrias de los más diversos sectores. Hubo una fuerte explotación del medio ambiente sin planes para remediar los posibles errores tecnocientíficos que pudieran ocurrir.

En 1984, dos años antes de la tragedia nuclear de Chernóbil en Ucrania, India vivía un drama en Bhopal, capital del estado de Madya-Pradesh. El país registró una fuga de gases tóxicos de una fábrica de pesticidas, que provocó miles de muertes. De esta tragedia se estiman 20 mil muertos, mientras que más de 150 mil resultaron infectados. En esta década, aunque las cuestiones ambientales se destacaron en el debate mundial, aspectos como la contaminación del aire, forestal y la devastación de los bosques, fueron recurrentes debido al rápido crecimiento de empresas e industrias que no respetaban el medio ambiente, ni a las poblaciones afectadas.

En ese momento se creó un gran dilema para la sociedad porque al mismo tiempo que se observaban desastres ambientales, las industrias y empresas eran esenciales para la economía y la vida humana. La práctica de medidas sostenibles por parte de algunas empresas había comenzado, pero la mayoría de estas hasta el día de hoy sólo llevan a cabo acciones dirigidas al ambiente cuando son provocadas de manera judicial.

Los problemas de contaminación marina también se han convertido en una preocupación. A finales de los años 80, el vertido de petróleo del Exxon Valdez (Alaska) provocó la muerte de más de 250.000 aves marinas. En las décadas siguientes, estas filtraciones directas a los océanos se convirtieron en un tema recurrente en las principales agencias de noticias del mundo.

Los años 90 comenzaron con un hito histórico para la agenda ambiental global. En 1992, en Brasil, se llevó a cabo en la ciudad de Río de Janeiro, la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (Rio 92/Eco-92). A través de un compromiso internacional, se consideraron alternativas para enfrentar los impactos negativos que sufre el medio ambiente a partir de propuestas orientadas al desarrollo sostenible.

Todavía en los años 90, más concretamente en 1997, el mundo fue testigo de un importante acuerdo ambiental firmado entre 84 países durante la Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), que tuvo lugar en Kioto (Japón). Este tratado internacional, cuyo objetivo era combatir el calentamiento global reduciendo la emisión de gases de efecto invernadero, pasó a ser conocido como el Protocolo de Kioto. Tuvo importancia histórica ya que representó un esfuerzo global para enfrentar lo que, décadas después, se convertiría en uno de los mayores problemas de nuestro tiempo: el cambio climático.

En la década de 2000, la tecnociencia avanza cada vez más con la expansión de internet, dispositivos móviles ultra sofisticados (que contienen cámaras, GPS y aplicaciones de última generación) y el rápido intercambio de información a través de las redes sociales. En medio de tantos avances tecnológicos, también comienzan a destacarse las innovaciones en el área de las energías renovables, la biotecnología y la medicina, la implementación de sensores capaces de facilitar el día a día de la población en diversos servicios, la nanotecnología, la inteligencia artificial, entre muchos otros beneficios tecnológicos.

En el siglo XXI, en paralelo con un mundo cada vez más tecnologizado, los problemas sociales y ambientales han aumentado significativamente. Como el enfoque de este capítulo se refiere a cuestiones ambientales, no se discuten a detalle los graves problemas sociales que acompañaron todo el desarrollo tecnocientífico evidenciado en la década de 2000. Sin embargo, no se puede ignorar que sólo una pequeña porción de la población disfruta de los mismos

beneficios tecnológicos aportados por la tecnociencia. Para la gran mayoría, este desarrollo tecnocientífico sólo ha provocado la intensificación de las desigualdades sociales.

Volviendo a las cuestiones ambientales, vinculadas al desarrollo de la tecnociencia en los años 2000, es posible identificar la recurrencia de problemas relacionados con la vulnerabilidad de las regiones costeras, los vertidos de petróleo, la escasez de agua, los incendios y una deforestación cada vez mayor, una considerable disminución de la biodiversidad, aumento de las emisiones de carbono, entre otros. Lamentablemente, este escenario es resultado del "desarrollo tecnocientífico" que, desde sus orígenes, estableció una relación entre la producción capitalista y el ambiente.

Asistimos cada día a la destrucción ambiental del planeta con todas sus consecuencias para la humanidad. No se niega la importancia del desarrollo tecnocientífico y todos sus beneficios, pero es necesario encontrar un equilibrio en el uso de los recursos disponibles en la naturaleza. Es urgente que los gobiernos avancen en la implementación de políticas públicas más eficientes, exigiendo el cumplimiento de un código de buenas prácticas ambientales a través de estrictas regulaciones y penalidades energéticas para grandes, medianos y pequeños proyectos tecnocientíficos que no cumplan lo decidido. El caos ambiental es solo una respuesta que el ambiente le está dando a la humanidad a raíz de todas estas atrocidades que viene sufriendo en los últimos tiempos, como producto de una tecnociencia cada vez más capitalista.

Como el propósito de este capítulo es realizar un análisis de los impactos que ha sufrido el ambiente desde la sustitución de tecnologías tradicionales por prácticas tecnocientíficas, se discuten algunos ejemplos de tecnologías ancestrales que aún resisten de manera sencilla, pero que se puede mejorar con las herramientas disponibles en la era de la tecnociencia, proporcionando lecciones valiosas para alcanzar el tan ansiado desarrollo sostenible.

Tecnologías ancestrales una alternativa para crear futuros sostenibles

Dado todo el contexto presentado en este capítulo y con la arqueología de la tecnociencia como foco de investigación, llamó la atención sobre dos tecnologías mesoamericanas prehispánicas, ya estudiadas por este arqueólogo durante un período en el que realizaba investigaciones en una universidad de México. Se tratan de las conocidas chinampas y milpas mexicanas.

Las chinampas, utilizadas por los Aztecas entre los siglos XIV y XVI son islas artificiales hechas de madera entrelazada y rellenadas de tierra y materiales orgánicos. En este sistema de cultivo artificial se puede encontrar una amplia variedad de productos agrícolas para autoconsumo y venta en los principales mercados del país. La gran importancia de esta tecnología tradicional, practicada en pleno período tecnocientífico, le valió los siguientes reconocimientos: (a) Patrimonio mundial cultural natural de la humanidad por la UNESCO desde 1987; (b) Área natural protegida desde 1992; (c) Humedales de importancia internacional, siendo (d) Sitio Ramsar desde 2004 y (e)Sitio Ingenioso del Patrimonio Agrícola Mundial (SIPAM) por la FAO/ONU desde 2018.

A su vez, las milpas son espacios para prácticas agrícolas ancestrales, ya utilizadas por la civilización Maya, que se caracterizan por ser un sistema tradicional de policultivo representado principalmente por maíz, frijol y calabaza; pero que también incluye chiles, tomates y otros. Al igual que en las chinampas, los productos que se generan con este método tradicional de agricultura satisfacen las necesidades de los milperos y también se venden en los mercados tradicionales del país. Los productos generados a partir de estas tecnologías (milpas y chinampas) han sido solicitados como prioridad por muchos restaurantes del país debido a la excelente calidad de verduras y frutas.

Cabe mencionar que las milpas también son reconocidas como patrimonio agrícola mundial por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación – FAO. Aquí se destacan sólo dos ejemplos, entre muchos otros, distribuidos por el mundo, de cómo las tecnologías tradicionales pueden ser aliadas de la tecnociencia y que para que se produzca el desarrollo no es

necesario destruir el ambiente. Las prácticas dejadas por los antepasados hacen reflexionar que es posible desarrollar soluciones innovadoras y sostenibles, sin necesariamente destruir la naturaleza sino utilizarla de manera inteligente.

La pandemia de Covid-19 fue un período que demostró cuán frágil es la era de la tecnociencia. Se puede utilizar las chinampas y milpas mexicanas para ilustrar esta fragilidad. Cuando se impuso un confinamiento total en México, la ciudad se vio en apuros sin productos hortofrutícolas en los mercados, lo que alentó a los miembros de la sociedad a recurrir a tecnologías ancestrales como chinampas y milpas para abastecer sus respectivos hogares. A, continuación, se presentan algunos de los muchos titulares que reportan la importancia de las tecnologías tradicionales como Chinampas y Milpas, en la era de la tecnociencia, en las portadas de sitios web, revistas y periódicos.

El Universal 25/01/2019
Chinampas, ejemplo de producción sustentable en la CDMX
10/08/2023
Chinampas, la práctica de cultivo precolombina que sobrevive en Ciudad de México
SINC
11/08/ 23
NATIONAL GEOGRAPHIC EN ESPAÑOL
Chinampas: El milenario sistema de cultivo prehispánico que sobrevivió a la conquista

Figura 1. Tecnologías ancestrales mexicanas en los medios

Es posible combinar tecnociencia y tecnologías tradicionales. Esta asociación, mediada por políticas públicas que puedan incluir a los descendientes de tecnologías tradicionales en programas tecnocientíficos, podría resultar en soluciones innovadoras dirigidas al medio ambiente y a quienes lo cuidan, de modo que se pueda promover la sostenibilidad. Realizada de forma paulatina, podría ser una iniciativa no sólo para valorar y preservar el patrimonio natural y cultural, sino también una acción que busque un futuro más equilibrado y resiliente para el medio ambiente en diferentes partes del mundo.

Entendiendo la tecnología ancestral como una práctica basada en el conocimiento de los elementos de la naturaleza en la que se aplican técnicas tradicionales buscando la sostenibilidad, se presenta la tabla 1 que muestra las ventajas y desventajas de esta tecnología, en comparación con la tecnología contemporánea. Aún quedan muchos aspectos por trabajar en los próximos años, pero el objetivo es señalar cómo la integración de estas tecnologías, en la era de la tecnociencia, puede ser beneficiosa para el momento crítico que atraviesa el ambiente.

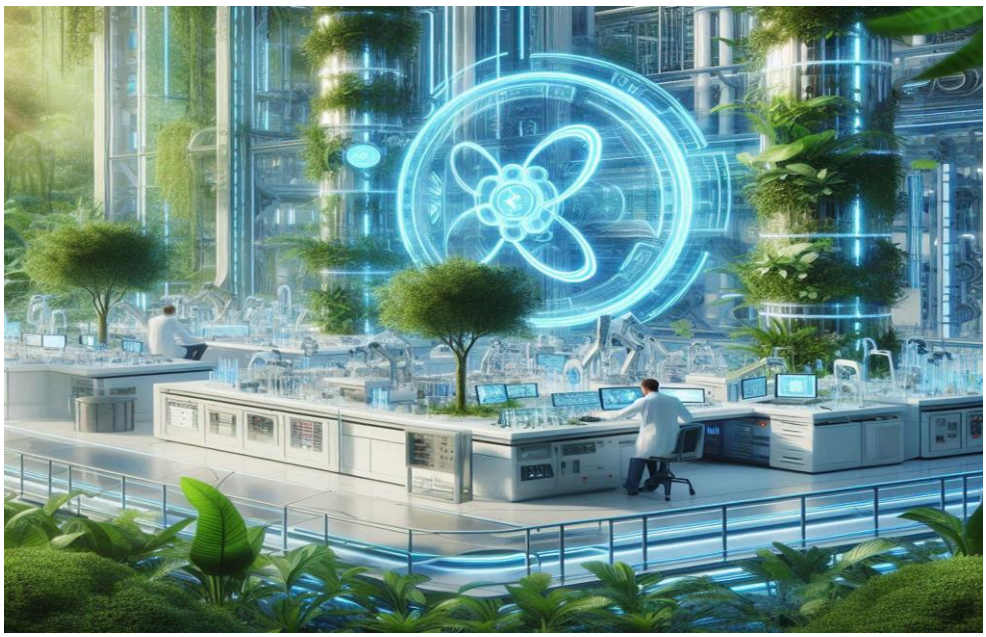
Tabla 1
Comparación entre tecnología ancestral y contemporánea

Criterio	Tecnología Ancestral (TA)		Tecnología Moderna (TM)		Integración
	Ventaja	Desventaja	Ventaja	Desventaja	Beneficio (TA+TM)
Sostenibilidad	-Adaptada naturalmente al ambiente local -Bajo impacto ambiental	-A veces puede ser menos eficiente en áreas muy grandes	-Capacidad para ocuparse de problemas complejos	-Alto costo y potencial de grandes impactos ambientales negativos	-Soluciones optimizadas y ambientalmente sostenibles
Eficiencia	-Eficaz para contextos locales y específicos	-Menor productividad	-Alta productividad y precisión	-Necesidad de mantenimiento e infraestructura constantes	-Mayor eficiencia -Menor impacto
Resilencia	-Alta resiliencia -Adaptabilidad a los cambios ambientales	-Puede no responder a cambios bruscos	-Capacidad de rápido desarrollo e innovación	-Dependencia de energía y recursos no renovables	-Sistemas resilientes y adaptables -Con soporte tecnológico
Costo	-Bajo costo -Uso de recursos locales	Mayor tiempo de trabajo, lo que puede resultar en un pequeño aumento en el costo	-Reducción de costos a gran escala y producción en masa	-Altos costos iniciales y de mantenimiento	-Soluciones económicas y eficientes
Inclusión social	-Inclusión de conocimientos ancestrales/prácticas locales -Fortalecimiento comunitario -Tecnociencia solidaria	-Dificultad para la difusión de la tecnología fuera del contexto cultural	-Acceso a nuevas tecnologías y oportunidades	-Probabilidad de exclusión de los grupos sin acceso a la tecnología	-Soluciones inclusivas adaptadas a las comunidades tradicionales
Impacto ambiental	-Reducción del impacto ambiental negativo y uso sostenible de los recursos	-Ubicadas en áreas afectadas por impactos ambientales negativos, a gran escala, causados por el desarrollo	-Capacidad técnica para realizar importantes intervenciones ambientales positivas	-Potencial de degradación ambiental si no se implementa correctamente	-Minimiza los impactos negativos con beneficios crecientes

Fuente: Canto (2024)

Como se observa en la tabla 1, la tecnología ancestral puede incorporarse de manera más efectiva al universo de la tecnociencia con el objetivo de contribuir a los desafíos ambientales contemporáneos. Esperamos que en los próximos años las prácticas tradicionales, que tan bien han preservado la naturaleza durante miles de años, puedan ser parte del enfoque interdisciplinario de la tecnociencia. Sin embargo, para lograrlo será necesario que la sociedad supere los restos del eurocentrismo y el colonialismo en beneficio del medio ambiente y el bien común.

II.LA TECNOCIENCIA COMO UNA HERRAMIENTA PARA UN DESARROLLO ECOLÓGICO Y SOSTENIBLE



Juan Carlos Pérez Vega[2]

La ciencia y la tecnología existen desde que el mundo se inicia, van evolucionando conjuntamente al ritmo de los cambios que están sucediendo en el mundo en todos los campos de la vida humana. Por lo tanto, en esta era postmoderna la ciencia y la tecnología, son elementos claves para satisfacer las necesidades de las sociedades actuales, se presume que de la fusión de ciencia y tecnología se le da surgimiento a la tecnociencia, sin embargo, no existe nada concreto ni veraz de que sea así. Según Hottois (2006) este es un neologismo formado por composición a través de la contracción de las palabras tecnología y ciencia, su origen resulta algo confuso pues no existe una opinión homogénea sobre la paternidad del neologismo, el cual comenzó a utilizarse formalmente en textos académicos a finales de los años setenta y principio de los ochenta del siglo XX.

[2]Doctor en Gerencia Avanzada. Docente UNELLEZ. juancarlospv08@gmail.com. https://orcid.org/0009-0003-9396-8351

En contraste con la conceptualización puntualizada, se puede inferir que la tecnociencia no es la unión de las dos disciplinas para lograr la practica científica, sino, que las tecnologías son herramientas utilizadas para producir nuevos conocimientos, por consiguiente, las tecnologías en conjunto con las ciencias, logran resolver problemas sociales y brindar resultados científicos.

Por lo tanto, Izarra y León (2003) señalan se trata de que la ciencia y la tecnología trabajan conjuntamente como instrumentos puestos al servicio de un interés diferente al propio. Dentro de la práctica tecnocientífica continúan separando la actividad científica de la tecnológica; incluso se puede usar esta distinción en la actividad del investigador individual, cuando este las mantiene como parte integral de su trabajo académico. En atención a lo anteriormente señalado, el propósito del capítulo es plantear la tecnociencia como herramienta en el desarrollo ecológico, sostenible y sustentable, de allí que lo que se trata es de contextualizar las características propias de la tecnociencia desde el desarrollo ecológico, sustentable y sostenible.

Por lo cual el desarrollo ecológico según Millán (2007) está orientado a mostrar al hombre cómo funciona la naturaleza, los seres vivos y su entorno, así como el comportamiento de los individuos la afectan, contaminan y deterioran. Otro aspecto importante de la ciencia es el desarrollo sustentable, que según Reyes-Guillén et al (2018) señalan se encarga de satisfacer las necesidades de las personas, garantizando su bienestar y calidad de vida sin poner en peligro los recursos naturales o causando desafíos ambientales.

Mientras que el desarrollo sostenible le proporciona a la sociedad el marco y las estrategias para aplicar ese conocimiento en la práctica. según lo establece la Agenda 21 Rio de Janeiro (1992) no es el estado final a alcanzar sino la trayectoria que debe seguir una sociedad para reconocer los síntomas y las señales de no sostenibilidad para aprender a adaptarse a ellos. Es responder a las necesidades del presente, sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades.

Nociones asociadas a la tecnociencia

Es importante comenzar este capítulo explicando el surgimiento de la tecnociencia y que forma parte del mayor logro del hombre. Es bien sabido, que la humanidad ha pasado por cambios asombrosos, uno de estos empieza desde el siglo XVIII al XIX con la segunda revolución industrial, luego surge otro cambio que se comienza a mediados del siglo XX cuando surge la tecnología e inicia lo que se conoce como el método científico tecnológico, hechos que cambiaron la vida de la humanidad en todos los aspectos, transformaron su realidad, convirtiéndola en beneficios en la medicina, la educación, la comunicación, la economía, la construcción, entre otros.

Gracias a estas dos conquistas mejoro la calidad de vida de una gran parte de la humanidad, se abrieron caminos para entender el mundo, algunos de estos cambios solo podían suponerlo no verlos y palparlos como hasta ahora. Sin embargo, el mal uso de estas dos conquistas puede traer como consecuencias peligro para el ambiente, cosas que se evidenciaron con el mal uso de la energía nuclear, las investigaciones médicas llevadas a cabo en la época de los nazis, la explotación desmedida de los recursos naturales ha traído como consecuencias el desequilibrio y deterioro de los ecosistemas, en especial la vida de los seres humanos, así como también la destrucción del planeta tierra. Por otro lado, existen diferencias entre ambiente, ciencia y tecnología.

Ambiente. Es todo lo que rodean a los seres vivos, según McPherson (2005) expresa: Se entiende por ambiente un sistema complejo y continuo, donde se manifiestan interrelaciones dinámicas entre lo biótico, abiótico y lo sociocultural, en una compleja trama de relaciones, que van desde la propia existencia del hombre hasta su cultura y relaciones sociales. Como puede evidenciarse no se trata solo de flora y fauna, sino de todos los ecosistemas, incluyendo al hombre sus costumbres y cultura, el medioambiente es todo lo que habita en la tierra sea tangible e intangible.

Ciencia. Es la adquisición de conocimientos basados en el método científico. En relación a la conceptualización de ciencia según Núñez (2007) es un

sistema de conocimientos que modifica la visión del mundo real y enriquece la imaginación y la cultura; se le puede comprender como nuevos conocimientos, caracterizándola como fuerza productiva que propicia la transformación del mundo y es fuente de riqueza. También, se presenta como una profesión debidamente institucionalizada portadora de su propia cultura y con funciones sociales bien identificadas.

La razón por la cual es posible apreciar tantas facetas diferentes de la ciencia es porque constituye un fenómeno complejo cuyas expresiones históricas han variado considerablemente. Por eso las definiciones de ciencia resultan escurridizas y a veces inalcanzables. Se puede decir que, la ciencia transforma al mundo, enriquece la mente, permite resolver cualquier fenómeno, con el cual se producen nuevos conocimientos.

Sin embargo, en el siglo pasado, aproximadamente en los años 50 dentro de la comunidad científica, aún existía una perspectiva lógico-positivista, según Núñez (ob.cit) que se centraba en un sistema de conocimientos formados solo en la verdad y coherencia lógica del lenguaje científico siempre y cuando fueran hechos comprobables, d*e* esta opción- empirista, fenomenalista y descriptivista- se deriva un campo de análisis filosófico reducido: estudio del procedimiento de comprobación de los fenómenos, formalización de las teorías científicas mediante la lógica matemática y delimitación del lenguaje científico de otras expresiones lingüísticas, presentando a la ciencia como autónoma, universal y extrahistrórica.

Es a partir de los años 60 del siglo XX cuando surge un enfoque más social de la ciencia, el cual concibe a la misma como un proceso social interrelacionado con la economía, la política, la educación, la cultura, entre otros aspectos, donde el científico no es un ente encerrado en sí mismo y aislado sino un individuo con una determinada posición ideológica y crítica respecto a los diferentes objetos, fenómenos y procesos que le circundan; situado en un amplio universo axiológico que le permite emitir determinados juicios de valor sobre las múltiples realidades en las que está inmerso y de las cuales forma parte.

Cruz, Jamarro y Rivero (2015) plantean que la ciencia no sólo es un sistema de conceptos, teorías, proposiciones, hipótesis; sino también una forma específica de la actividad social dirigida a la producción, distribución y aplicación de los conocimientos acerca de las leyes de la naturaleza y la sociedad. Se presenta como una institución social, como un sistema de organizaciones científicas, cuya estructura y desarrollo se encuentran estrechamente vinculados con la economía, la política, los fenómenos culturales, con las necesidades y posibilidades de la sociedad dada. En concordancia con lo expuesto se puede decir, que la ciencia en esta era postmoderna se ocupa de fenómenos humanos, sociales, ambientales, corporativos, culturales, entre otros, que afectan a la sociedad.

Tecnología. Han surgido enfoques y perspectivas que tienden a oscurecer y crear confusión en torno a su verdadera naturaleza. Según Morín y Motta (2006) se pueden complementar para lograr resultados mejores para las actividades para las cuales fueron creadas inicialmente. En conjunto forman un bloque tecnológico que hace de esta actividad un sistema más eficiente. Por lo tanto, la incursión de las nuevas tecnologías al mundo de la investigación ha generado cambios en la sociedad científica, ya los logros no se ocultan ni están al alcance de unos pocos, sino que dan la vuelta al mundo de una manera extraordinaria y pueden ser utilizados por todo aquel que la necesite.

La ciencia y la tecnología están relacionadas, ambas necesitan e intervienen en el desarrollo científico, el cual les exige el enfoque cognoscitivo para la investigación, los proyectos o programas de investigación que involucran tecnologías. De allí que Hottois (1991) expresa “La nueva ciencia es, por su esencia, tecnológica”. Actualmente el término tecnociencia es una técnica del lenguaje para indicar la conexión entre ciencia y tecnología y el desdibujamiento de sus límites.

Tecnociencia. Según Nava (2020) el término se utiliza usualmente sin ninguna criticidad para señalar todo tipo de producción científica contemporánea, llegando incluso a emplearse como sinónimo de la ciencia del siglo XXI, el fenómeno tecnocientífico es una nueva forma de producir conocimiento y

transformar al mismo tiempo la realidad material, pero también social, que rodea a la humanidad.

Es una nueva práctica caracterizada principalmente por sus pretensiones comerciales y mercantiles y, en consecuencia, por su estructura empresarial; por el predominio de la inversión privada sobre la pública; por ser la práctica productiva de mayor impacto social e individual conocida hasta ahora, a tal nivel de crear todo un entorno; por la pluralidad de agentes que la componen; por la interdependencia y encadenamiento de estas comunidades de actores, y por el nivel de complejidad que ello implica; por su enfoque materialista pragmático-transformado. Se puede decir, que la tecnociencia es un acontecimiento que permite originar nuevo conocimiento por medio de las herramientas tecnológicas, cambiando la realidad social, ambiental, comercial, política, educativa, salud, entre otras.

Ochoa (2020) define la tecnociencia como un conjunto complejo de entrelazamientos para producir conocimiento científico, artefactos y procedimientos óptimos, sistematizados, a través de los procesos de investigación científica, tecnológica y de innovación, dinamizados por la organización técnico-administrativa y financiera intencionada con arreglo a fines, en las que interactúan humanos y artefactos (no humanos con inteligencia artificial, en el marco de organizaciones públicas nacionales e internacionales.

Para Koshovets y Frolov (2020) la tecnociencia tiene al menos dos fuentes: (a) la capitalización de la actividad científica que ha llevado a la ciencia clásica ha ser reemplazada por la que se desarrolla a partir de investigación aplicada, financiada de primera prioridad; (b) teorización y autonomía de la tecnoesfera, que han resultado en la instrumentalización de todos los niveles de producción de conocimiento; así como en la construcción tecnológico/simbólica de la realidad y la compleja ontología de los objetos tecnocientíficos.

Ambas fuentes, tiene tendencias como la transformación de las estrategias epistémicas, la realidad modificada, la conformación de las ciencias sociales y las humanidades a las normas de la tecnociencia y la igualitarización de los

portadores de conocimiento. Una transformación crucial tanto de la ciencia misma como de su posición en la sociedad, rompe inevitablemente una línea de demarcación que separa el conocimiento científico de otros tipos, al tiempo que promueve el reemplazo de la teoría científica por los discursos.

Aparentemente, en la tecnociencia se está formando un ethos propio, donde la interacción con el entorno externo, con otras esferas sociales, es crucial. En este contexto, la actividad científica se está volviendo cada vez más una práctica transepistémica, transinstitucional y, en consecuencia, deja de estar guiada por el ethos científico clásico determinado por las metas u objetivos de la propia comunidad académica.

Para Montoya (2011) la ciencia en el mundo contemporáneo está íntimamente asociada a los avances tecnológicos. Exige, en gran medida, tener acceso a recursos y a instrumentos adecuados para llevar a cabo las investigaciones, no siempre implican grandes capitales, pero sí tienen que estar a la vanguardia del avance tecnológico. En este sentido se ha creado una estrecha relación entre dos campos del saber que tradicionalmente se han visto como independientes, debido a procesos históricos y a racionalidades diversas. Sin embargo, no toda la ciencia actual es tecnociencia, pues la ciencia teórica sigue teniendo validez y ocupando un lugar central en la producción de conocimiento.

A su vez, no toda la tecnología es ciencia aplicada, ya que también hay un pensamiento tecnológico que posee sus propios coeficientes de racionalidad. Para comprender mejor el fenómeno de la tecnociencia, que ha tenido su apogeo a partir de los años 80, es necesario entender que la ciencia no se guía por una sola razón dominante, sino que en su decurso histórico ha generado diversas racionalidades, que abren nuevas perspectivas y amplían los horizontes del saber. La tecnociencia incorpora a su núcleo axiológico buena parte de los valores técnicos, tales como la utilidad, la eficiencia, la funcionalidad, la aplicabilidad, entre otros.

Para Echeverría (2003) es en la década de los ochenta cuando comienza verdaderamente la tecnociencia, una de sus principales características será el

enfoque sistémico, pues se interactúa con múltiples actores que están integrados en la producción de los resultados. Esto es lo que Bruno Latour acuñará como la teoría del actor red. Además, tanto la separación entre interior y exterior de la ciencia, como el tema de la neutralidad, perderán completamente validez.

Característica de la tecnociencia

De acuerdo con Echeverría (2003), la tecnociencia contemporánea se distingue de la ciencia y de la tecnología convencional por los siguientes rasgos:

-Financiamiento primordialmente privado en algunos países desarrollados, la tecnociencia requiere equipos e instrumentos muy sofisticados, así como de insumos en cantidades verdaderamente industriales. Los gobiernos ya no pueden costear todos los proyectos; en cambio, ofrecen facilidades fiscales y administrativas para impulsar la investigación y el desarrollo de innovaciones tecnológicas por parte de empresas privadas.

El desarrollo de la tecnociencia privada es notable en áreas como las tecnologías de la información y comunicación (TIC) o en la biotecnología. De esta manera, el conocimiento científico se convierte cada vez más en una mercancía que agrega valor a las producciones tecnológicas. Actualmente, en la competencia internacional, sólo las grandes empresas (Microsoft, Du Pont, Pfizer, Monsanto) son capaces de financiar proyectos tecnocientíficos de vanguardia; los gobiernos continúan financiando áreas estratégicas, como la militar o la de energía.

-Interdependencia y encadenamiento entre diversas ramas de la ciencia y la tecnología. No todas las ciencias son ahora tecnociencias, pero en todas las ramas de la actividad científica han surgidos diversas modalidades de tecnociencias que producen innovaciones y aplicaciones al combinar y encadenar de manera progresiva conocimientos de diversas disciplinas científicas y tecnológicas, por ejemplo: bioinformática, robótica, nanotecnología, microelectrónica, telemática, medicina nuclear. La tecnociencia produce nuevos artefactos, herramientas, programas computacionales, pero también teorías que modelan los nuevos objetos y artefactos que se diseñan.

-La tecnociencia es un nuevo sector económico mundial, emergieron como un nuevo factor de desarrollo económico. Los productos tecnocientíficos: teorías, modelos, diseños, prototipos de artefactos, son propiedad privada y se patentan. Una vez que logran aceptación en el mercado, generan una cadena de innovaciones derivadas que favorece el incremento de la ganancia comercial. La tecnociencia está regida por los valores económicos de la rentabilidad, la explotación de patentes, el secreto industrial y la competitividad, y ya no por los valores meramente epistémicos de la ciencia.

-Interconexión telemática entre centros de investigación y desarrollo. La tecnociencia no sería posible sin la internet y las tecnologías de información y telecomunicación. La interacción de equipos tecnocientíficos en distintas partes del mundo en tiempo real es una condición para potenciar la capacidad de innovación. Los productos tecnocientíficos ya no son la invención genial de unos cuantos, sino el resultado de investigaciones interdisciplinarias de equipos tecnocientíficos que trabajan en varias partes del mundo de manera coordinada.

-Objetivos y fines dinámicos y productivos. A diferencia de las ciencias básicas, que son más bien teóricas y contemplativas, la tecnociencia es una actividad dinámica productiva y transformadora de la realidad natural y social.

-Vinculación con proyectos militares. La tecnociencia nació en proyectos de orden militar, como el Proyecto Manhattan o la Arpanet. Los departamentos de defensa de los países más poderosos desarrollan tecnociencias, en estrecha colaboración con empresas privadas y centros de investigación científica en campos como biotecnología, energía, nanotecnología, aeronáutica, telecomunicaciones, astronáutica.

En estos proyectos, la información y el conocimiento generados no son sólo privados, sino secretos de Estado que los científicos y tecnólogos están obligados a guardar. Esto implica que la sociedad conoce muy poco de dichos proyectos y, por ello, ignora los riesgos que están implicados en estos. En el caso de las tecnociencias militares (bombas atómicas, termonucleares, químicas o bacteriológicas), el peligro es mucho mayor por su enorme potencial destructivo.

-Pluralidad de agentes sociales involucrados en el desarrollo tecnocientífico. A diferencia de la ciencia y la tecnología convencionales, la tecnociencia involucra a muchos agentes sociales que colaboran en proyectos mundiales. En un proyecto tecnocientífico intervienen científicos, tecnólogos, empresarios, políticos (agentes del gobierno), militares y agencias de seguridad nacional (en algunos casos), administradores, diseñadores, expertos en publicidad, equipos de abogados, grupos de expertos en cabildeo político, que lo realizan grupos de profesionales que actúan como enviados de las empresas para convencer, por diversos medios a los representantes parlamentarios, diputados, jueces o miembros de los gobiernos, dirigentes de partidos o líderes sociales, para aprobar, favorecer o promover una innovación tecnocientífica.

-Interacciones entre tecnociencia y sociedad más complejas y conflictivas que las que había entre ciencia, tecnología y sociedad. En la tecnociencia, los fines del conocimiento científico se subordinan a los fines económicos, militares y políticos. Esto se debe al extenso alcance de los proyectos tecnocientíficos, a su potencial económico y técnico. Pero también generan riesgos nuevos e imprevistos. La sociedad valora de diversa manera, siempre controversial y, en ocasiones, de manera conflictiva, las innovaciones tecnocientíficas, por ejemplo: los casos de la energía nuclear, los transgénicos y la clonación, entre otras.

-El lenguaje común e instrumento fundamental de la tecnociencia es la informática. Sin el desarrollo de la informática y las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) no es posible el despliegue de ninguna tecnociencia. La infraestructura de comunicación, así como el equipamiento de cómputo y supercómputo resultan indispensables en cualquier investigación tecnocientífica. La tecnociencia se desarrolla por medio de las redes de comunicación e información (internet) y recurre a la informática para hacer cálculos complejísimos y simulaciones, experimentar virtualmente, mejorar diseños y producir programas de cómputo para monitorear y gestionar las innovaciones tecnocientíficas.

Desarrollo ecológico, sustentable y sostenible

Papadopoulos (2021) examina diferentes prácticas, imaginarios y programas de transiciones ecológicas cuya articulación apunta hacia una transformación ecosocial verde más que local y menos que global. Las transiciones ecológicas translocales aúnan políticas de acción climática, justicia ambiental y el ecologismo cotidiano de la tecnociencia experimental liderada por la comunidad. Dentro de los proyectos de transición está la formación de amplias coaliciones ecosociales, formas innovadoras de gobernanza reparativo, la democracia verde, como alternativa tanto al nacionalismo regresivo como al globalismo verde que dominan la política contemporánea.

Según Useche (2023) el desarrollo sustentable consiste en un modelo de tres dimensiones: sostenibilidad ambiental, social y económica, contraponiendo el problema de la degradación ambiental que tan frecuentemente acompaña el crecimiento económico y, al mismo tiempo, la necesidad de ese crecimiento para aliviar la pobreza. Por otro lado, existe un amplo impacto de la tecnociencia en el desarrollo sostenible, el cual se evidencia por medio de las llamadas, tecnologías sostenibles.

Otero (2023) hace referencia a toda solución tecnológica, ya sea una herramienta, plataforma, infraestructura, sistema, máquina o software, que es capaz de reducir el impacto ambiental de las operaciones empresariales, promover la eficiencia en el uso de recursos y contribuir al desarrollo sostenible, de modo que las organizaciones puedan maximizar su aportación a la sociedad desde diferentes perspectivas. Estas soluciones tecnológicas se basan en equilibrar una serie de consideraciones económicas, sociales y ambientales. En este sentido, la tecnología sostenible abarca varias áreas, como la energía renovable, la gestión de residuos, la movilidad sostenible, entre otras. En tal sentido, la tabla 2, a continuación, presenta las características de la tecnología sostenible.

Tabla 2
Características de la tecnología sostenible

Diseño modular y escalable	Suelen estar formadas por módulos, lo cual permite que se puedan adaptar y ampliar según las necesidades cambiantes de una empresa. Por poner un ejemplo sencillo, una instalación fotovoltaica con paneles modulares permite que la empresa pueda agregar más paneles, según sea necesario, para aumentar su capacidad de generación de energía.
Ciclo de vida sostenible	Desde la extracción de materiales para su fabricación hasta su eliminación una vez alcanzada su obsolescencia después de su uso a lo largo del tiempo, estas tecnologías no generan daños al medioambiente
Baja necesidad de mantenimiento	Requiere un mantenimiento mínimo y de bajo coste, gracias a su enfoque en la durabilidad, el uso de materiales resistentes y el aprovechamiento de fuentes de energía renovable. Además, su diseño inteligente reduce la cantidad de piezas móviles y permite un monitoreo constante para detectar problemas de manera temprana, lo que reduce el impacto ambiental y los gastos operativos.
Monitoreo y control inteligente	Debe ir acompañada de sistemas avanzados de monitoreo y control que permitan supervisar y optimizar su rendimiento y eficiencia. Existen edificios que utilizan sensores y sistemas de gestión automatizados para regular la iluminación, la calefacción y el uso de energía en función de las condiciones ambientales y de su ocupación.
Seguridad y confiabilidad	Está diseñada para funcionar de manera segura y confiable, minimizando los riesgos para los usuarios y el medioambiente. En la actualidad existe, un parque eólico, el cual utiliza sistemas de monitoreo y seguridad para garantizar que las turbinas estén en condiciones óptimas y sean seguras, sobre todo, cuando parte del personal deba operar en ellas.

Fuente: Otero (2023)

Estas tecnologías están enfocadas en los principios de sostenibilidad, la conservación de recursos naturales, la eficiencia energética, la cual reducen la contaminación, por lo tanto, minimizan el impacto ambiental, conocen las diferentes necesidades de la sociedad, por consiguiente, emplean menos energía para realizar los procesos, aprovechan una cantidad menor de recursos limitados. Por consecuencia, reducen la utilización de los recursos naturales en todas sus etapas (creación, puesta en marcha o utilización). Así mismo, la tabla 3, presenta la tipología de tecnologías sostenible.

Tabla 3
Tipos de tecnologías sostenible

Inmateriales	
Realidad Virtual (RV)	Herramientas útiles para crear experiencias, formar y sensibilizar a los diferentes grupos sobre un sin número de situaciones a través de la simulación. Contribuyen en la educación, reducción de las desigualdades, protección del medio ambiente, entre otras.
Realidad Aumentada (RA)	Combina elementos virtuales con el mundo real. Un ejemplo de uso es en la formación y capacitación del personal. En lugar de utilizar materiales impresos o recursos físicos, mediante el uso de unas gafas de RA, los usuarios pueden acceder a contenido de aprendizaje digitalizado y visualmente enriquecido, como simulaciones o instrucciones interactivas.
Business Intelligence (BI)	Permite transformar los datos en conocimiento para optimizar la toma de decisiones, los procesos y operaciones, la comprensión del pasado, presente y futuro de la empresa u organización. Se utiliza para la gestión de la cadena de suministro. A través de esta tecnología, las empresas recopilan y analizan datos relacionados con el origen de los materiales, las prácticas de fabricación, el transporte y la gestión de residuos. Al integrar estos datos en un sistema de BI, se logra obtener información valiosa para tomar decisiones sostenibles en los procesos logísticos. Por ejemplo, se puede identificar proveedores que cumplan con criterios éticos y ambientales, monitorear el consumo de recursos y las emisiones de carbono en la cadena de suministro, así como optimizar las rutas de transporte para reducir el impacto ambiental.
Inteligencia Artificial (IA)	Es considerada sostenible, porque permite reducir el uso de dispositivos, recursos y materiales en las empresas, ya que, para alcanzar niveles de productividad, requiere de mucho menos.
Nuevos sistemas cloud	Las tecnologías basadas en la nube son un recurso que cada vez adquieren más valor en las empresas. Evitan la necesidad de invertir en infraestructura para el almacenamiento de archivos, el uso de aplicaciones o software empresariales, entre otros. Además, permiten compartir recursos físicos con clientes y proveedores.
Internet de las cosas (IoT)	Se utiliza, en la gestión inteligente de recursos hídricos. A través de sensores instalados en sistemas de riego, grifos y medidores de agua, es posible recopilar datos en tiempo real que se envían a una plataforma de IoT, con el objetivo de analizar y procesar la información para una gestión más eficiente y sostenible de los recursos hídricos.
Materiales	
Movilidad Sostenible	Incluye tecnologías como vehículos eléctricos y sistemas de transporte público eficientes que ayudan a reducir las emisiones de gases contaminantes.
Energías alternativas o renovables	Se obtienen de múltiples fuentes naturales y son consideradas sostenibles debido a su capacidad de regeneración, su menor impacto ambiental y cada vez son más competitivas en términos de costes, en comparación con los combustibles fósiles. Estas tecnologías se basan en fuentes renovables, como el sol, el viento, el agua o la biomasa, las cuales son inherentes a la naturaleza y presentan una disponibilidad prácticamente inagotable.
Agricultura de Precisión	Utiliza tecnologías como sensores y GPS para optimizar el uso de recursos en la producción agrícola, mejorando la eficiencia y reduciendo el impacto ambiental.
Calderas de Biomasa	Utilizan recursos orgánicos para generar energía, contribuyendo a la

	economía circular.

Fuente: Ceupe (2024)

Las tecnologías sostenibles son herramientas y métodos que buscan minimizar el impacto ambiental y preservar los recursos naturales para las futuras generaciones. Se caracterizan por su capacidad de realizar procesos utilizando menos energía y recursos, así como por su potencial para no contaminar el medio ambiente, su adopción enfrenta varios desafíos significativos que pueden obstaculizar su implementación efectiva, tales como altos costos iniciales, falta de conocimiento y concienciación, infraestructura inadecuada, regulaciones y políticas inconsistentes, resistencia cultural y organizacional.

Reflexión Final

A manera de síntesis, se puede decir, que la tecnociencia continuara desarrollándose a medida que la humanidad vaya cambiando su forma de ver y sentir la vida, los métodos y técnicas utilizadas para crear y difundir nuevos conocimientos están evolucionando casi a diario, las tecnologías se actualizan porque existen nuevos equipos que vienen con nuevas formas para que el hombre satisfaga sus necesidades bien sean estas materiales o de conocimientos, lo que hoy es novedoso para el día siguiente ya no lo es y así sucesivamente.

Las maquinas reemplazarán al hombre en varios sistemas económicos donde no serán necesarios, la vida humana se sumerge en ocio, la era digital si no se le da el uso para el cual ha sido creada la humanidad se transformarán en seres sin voluntad, es cierto y comprobado que la tecnociencia facilita un mundo de información que está al alcance de todos, para ser utilizados al momento de requerirlos. Sin embargo, no todos tienen los recursos para adquirir un equipo de nueva generación tecnológica para utilizarlo a nivel académico, porque las bibliotecas universitarias, escolares, así como la mayoría de instituciones públicas o privadas están equipadas con este tipo de tecnología para considerarlas viables y utilizables al momento de requerirlas.

Ahora bien, es cierto que la tecnociencia está siendo utilizada como una herramienta del desarrollo ecológico, sustentable y sostenible en la mayoría de

países desarrollados, que utilizan la energía renovable: eléctrica, eólica, solar, hidráulica, la biomasa o el biogás, en edificaciones, transporte, economía, educación, comunicación. Es decir, en varias necesidades del hombre, que protegen al medio ambiente natural, pero no está a disposición aun en los países no desarrollados o en vía de desarrollo, es lo que se dice no todos son beneficiados de las bondades de la energía renovable.

En fin, la generación del futuro se moverá en un mundo totalmente digitalizado, donde las maravillas de las nuevas tecnologías tendrán el poder de dirigir, crear y publicar lo que la ciencia continue descubriendo. Estamos tan cerca y tan lejos a la vez de las nuevas bondades que brindan las tecnologías.

REFERENCIAS

Agenda 21 Rio de Janeiro. (1992). *Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*. Disponible en: https://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/index.htm

Belur, J; Tompson, L; Thornton, A y Simon, M. (2021). Interrater reliability in systematic review methodology: exploring var iation in coder decision-making. *Sociological Methods & Research*, 50 (2), 837-865. https://doi.org/10.1177/0049124118799372

Bensaude-Vincent, B. (2013). *As vertigens da tecnociência. Moldar o mundo átomo por átomo*. São Paulo: Ideias & Letras.

Boff, L. (2009). *Ética e moral – a busca dos fundamentos*. Petrópolis vozes.

Canto, A. (2003). *Tópicos da Arqueologia*. Rio de Janeiro: CBJE

Canto, A. (2024). *Arqueología de la Tecnociencia*. Rio de Janeiro: CBJE

Ceupe (2024). *6 tipos de tecnología sostenible*. https://www.ceupe.do/

Cruz, L. Jamarrón, R. y Rivero, E. (2015) La ciencia y la tecnología y sus impactos en el medioambiente. Hacia un nuevo modelo de desarrollo. *EFDeportes.com*, *Revista Digital*, 19 (202). Buenos Aires. Disponible en: https://efdeportes.com/efd202/ciencia-tecnologia-y-medioambiente.htm

Dagnino, R. (2019). *Tecnociência Solidária, um manual estratégico*. Marília: Lutas Anticapital.

Dagnino, R. (2020). O marco analítico-conceitual da tecnociência solidária. *Redes. Revista de Estudios Sociales de la ciencia y la tecnología*, 25(49), pp. 47–68.

Echeverría, J. (2003). *La revolución tecnocientífica*. México, FCE.

Echeverría, J. (2003). *Características de la tecnociencia*. México. Disponible en: http://conocimientosfundamentales.rua.unam.mx/

Heidegger, M. (1977). *The Question Concerning Technologyin. The Question Concerning Technology and Other Essays*. Tr. by William Lovitt. New York& London: Garland Publishing, Inc.

Heidegger, M. (1999). *Língua de Tradição e Língua Técnica*. Lisboa: Codex.

Heidegger, M. (2007). A questão da técnica. *Scientiae Studia*, 5(3), 75-98. São Paulo.

Hottois, G. (2006). La Teschnoscience : de l'origine du mot à son usage actual. *Regards Sur Les Technosciences.* Comp. Jean Goffi. Paris: Libraire Philosophique.

Ibarra, A et al. (2003). El universo de la ciencia y la tecnología. *Cuestiones éticas de la ciencia y la tecnología en el siglo XXI*. Madrid: Biblioteca Nueva.

Jonas, H. (2014). El principio de responsabilidad Ensayo de una ética para la civilización tecnológica. Barcelona: Herder.

Klein, U. (2005). Technoscience avant la lettre. *Perspect. Sci*. 13(2), 226–266.

Klein, U. (2020). *Technoscience in History Prussia*. Cambridge/ Massachusetts: The MIT Press.

Koshovets, O & Frolov, I. (2020). Nuevo mundo; sobre la transformación de la ciencia en tecnociencia. *Revista epistemología y filosofía de la ciencia*,20-31.

Disponible en: https://www.pdcnet.org/eps/content/eps_2020_0057_0001_0020_0031

Mc Pherson Sayú, M. (2005). La dimensión ambiental en la formación inicial de docentes en Cuba. *Una estrategia metodológica para su incorporación. Instituto Central de Ciencias Pedagógicas*. MINED.

Montoya, S. (2011) Tecnociencia y racionalidad en el mundo contemporáneo. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, 3 (4), 69-77 Instituto Tecnológico Metropolitano Medellín, Colombia. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=534366883009

Morin, E y Motta, R. (2006). *El desafío de la educación en el Siglo XXI: Reaprender a Pensar*. Monterrey: Escuela Normal Superior Prof. Moisés Sáenz Garza.

Mumford**,** L. (1982). *Técnica y Civilización*. Alianza Universidad**.**

Nava, A. (2020) ¿Qué es la tecnociencia? *Tecnociencia, poder y entorno*. México: Universidad de Guadalajara. Disponible en: https://www.redalyc.org/journal/414/41468657004/

Núñez Jover, J. (2007). *La Ciencia y la Tecnología como procesos sociales*. La Habana-Cuba: Felix Varela.

Ochoa R. (2020) De la Tecnociencia a la Tecnociencia Geoestratégica. Revista de filosofía *Eikasia.* Disponible en: https://www.revistadefilosofia.org/index.php/ERF/article/view/246/259

Ortega y Gasset**,** J. (1965). *Meditación de la técnica*. Madrid: Espasa-Calpe.

Otero, J. (2023). *Qué es la tecnología sostenible y cómo construye un futuro mejor.* Disponible en: https://cuervaenergia.com/es/comunidad/gestion-empresarial/tecnologia-sostenible/

Papadopoulos, D. (2021) Transición Ecológica: Qué es y cómo hacerla, Tecnociencia comunitaria y democracia verde. *Tecnoscienza. Revista Italiana de Estudios de Ciencia y Tecnología*, 12 (2), 13–38. https://doi.org/10.6092/issn.2038-3460/17509

Prieto, M. S y Rumbo-Prieto, J. M. (2018). The systematic review: Plurality of approaches and methodologies. *Enfermeria Clínica* (English Edition), 28 (6), 387-393. https://doi.org/10.1016/j.enfcli.2018.08.008

Simondon, G. (2017). *Sobre la técnica*. Buenos Aires: Cactus.

Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of business research*, 104, 333-339. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039

Thilakaratne, M; Falkner, K y Atapattu, T. (2019). A systematic review on literature-based discovery: general overview, methodology, & statistical analysis. *ACM Computing Surveys (CSUR),* 52 (6), 1-34. https://doi.org/10.1145/3365756

Useche, E. (2023). *El Desarrollo Sostenible/Sustentable*. Boletín informativo. Disponible en: https://www.grantthornton.com.ve/

TECNOCIENCIA Y AMBIENTE

Antonio Carlos de Lima Canto

Arqueólogo
Licenciado en Ciencias Sociales
Especialista en Nanociencias y Nanotecnología
Especialista en Ingeniería de Materiales
Magíster en Geociencias (Mención: Geología Sedimentaria
MBA en Ciudades Inteligentes
Doctor en Humanidades mención Estudios sobre Cultura
(Área: Arqueología Andina)

Juan Carlos Pérez Vega

Contador Público
Abogado
Magister en Gerencia Empresarial Doctor en Gerencia Avanzada
Postdoctor en Gerencia Organizacional Transcompleja

FEREDIT
Fondo editorial
Red de investigadores de la Transcomplejidad